



CIRCUNFERENCIA ESCROTAL EN TOROS
Y SU RELACION CON CARACTERES DE PRODUCCION Y REPRODUCCION
REVISION DE LITERATURA

Dr. Dante H. Geymonat *
Sr. Juan E. Mendez **

RESUMEN

Los caracteres reproductivos son los de mayor importancia económica en la industria ganadera. En ganadería extensiva una gran cantidad de toros adolecen de una deprimida capacidad reproductiva. Su determinación basada en calidad seminal es de baja repetibilidad y alto costo. Las medidas testiculares son caracteres fáciles y económicos, tienen alta repetibilidad y predicen bien la producción y calidad del semen. La C.E. es de alta y media heredabilidad y es el mejor predictor de pubertad en machos. La consistencia testicular tiene también alta repetibilidad, es heredable y se relaciona con calidad seminal. Varios factores genéticos y ambientales afectan las medidas testiculares: raza, edad, peso corporal, estación del año, nutrición, etc. --- Es necesario tenerlos presentes a fin de proceder a los ajustes necesarios. La alta heredabilidad de las medidas testiculares y su asociación favorable con caracteres de crecimiento permiten una selección masal por estos caracteres.

1. INTRODUCCION

La contribución del toro al mejoramiento de la producción de carne o leche y eficiencia reproductiva, no se limita al aporte de la mitad de los genes de la descendencia, sino que por el hecho de poderse aplicar en machos un diferencial de selección mayor que en hembras, es el responsable del 80% ó más, del mejoramiento que se puede lograr en los caracteres de una población (32).

El manejo de los entores y encarneradas se caracteriza en general por dos hechos: 1) el productor utiliza un exceso de machos cada 100 hembras, porque cree que con ésto asegura una adecuada fertilidad en rodeos y majadas, y 2) no se presta atención suficiente a factores genéticos y ambientales que condicionan el comportamiento sexual y capacidad reproductiva.

*Méd. Vet.; M.Sc. Depto. Reproducción, D.G.S. Vet./MAP.

Prof. Agreg. Fac. de Veterinaria - Director Técnico Ejecutivo Central Kiyú.

**Técnico Rural, Jefe Pruebas de Comportamiento CIIA/Soc. Criadores Hereford
Asesor Técnico; Soc. Criadores de Hereford.

El uso de altos porcentajes de machos en monta natural implica una inversión one rosa y una disminución de la intensidad de selección.

Se ha enfatizado la selección de toros por caracteres de crecimiento en ganado - para carne, sin una adecuada evaluación de la capacidad reproductiva. Esta, para ser aplicada en gran escala, debe ser poco costosa y de alto nivel de predicción de la fertilidad (28).

Siempre se debe tener presente que los caracteres reproductivos son indispensables y de máxima importancia económica en toda empresa de cría. En el criador de ganado para carne se ha calculado que la reproducción tiene un valor económico - diez veces mayor que los caracteres de producción (29).

En la última década se han evaluado técnicas objetivas de medición de caracteres testiculares y capacidad de servicio. Las mismas ofrecen la ventaja de bajo costo y facilidad de registro y una alta predicción de producción o calidad seminal y fertilidad, en contraposición a las evaluaciones seminales directas (34,52). Las medidas testiculares más importantes son volumen y consistencia.

Se han publicado excelentes revisiones que cubren varios aspectos del comportamiento reproductivo en toros: Amann y Schanbacher (4) sobre fisiología; Chenoweth (19,20) libido y comportamiento; Foote (42) técnicas de evaluación y Blockey (9, 10,11,13) pruebas de capacidad de servicio. En el Uruguay, Bonifacino et al (16) hicieron una revisión exhaustiva del control reproductivo en ovinos.

El objetivo de este trabajo es de actualizar los resultados publicados sobre medidas testiculares, los factores que afectan su variación, predicción y repetibilidad y sus asociaciones con caracteres reproductivos y de producción, a fin de proponer normas metodológicas para la evaluación de la capacidad reproductiva de los toros en nuestro país.

2. IMPORTANCIA DE LA EVALUACION DE LA CAPACIDAD REPRODUCTIVA

En el país se han publicado resultados de evaluación de capacidad reproductiva - en toros (38) y de medidas testiculares en toros y carneros (15).

Ferraris et al (38) midieron varias características reproductivas, alteraciones de órganos sexuales primarios y secundarios y caracteres estructurales en 2186 - toros, en su mayoría la raza Hereford. Los toros se clasificaron en: aceptados - cuestionados y descartados. El 17.8% cuestionados y el 6.6% descartados. Si se agrupan ambos valores, vemos que de un 4% ficto utilizado al entore, descendería a un 3.3% real. En el Depto. de Tacuarembó se ha iniciado un muestreo dirigido - por el Depto. de Reproducción de los Servicios Veterinarios del MAP y el Centro Veterinario de dicho Departamento.

El relevamiento incluye 534 toros, en más de 20 predios. Los resultados primarios indican que un 13% de los toros evaluados se clasificaron como no aptos para la reproducción. (*)

En Chile, Díaz y Arancibia (33) evaluaron la aptitud reproductiva de más de 3000 toros Hereford y Holando, encontrando entre 8 y 12% de no aptos para la reproducción, de acuerdo a años.

Blockey (10) en Australia encontró anomalías depresoras de la fertilidad en 18.6% y 30.5% de toros jóvenes y adultos respectivamente. Las anomalías más frecuentes fueron baja capacidad de servicio, testículos pequeños y blandos, artritis y lesiones penianas (Cuadro 1).

Fuera de la presencia de enfermedades de la reproducción, se observa que una proporción importante de toros poseen anomalías que deprimen su fertilidad potencial. Esto enfatiza la necesidad de evaluaciones sistemáticas, rápidas y poco costosas, a fin de contribuir a mejorar los resultados económicos de la empresa de cría bovina por menor inversión y mayor producción de terneros.

(*) L.E. Queirolo. Comunicación personal.

3. MEDIDAS TESTICULARES Y RELACIONES DE TAMAÑO Y PESO TESTICULAR CON PRODUCCIÓN DE SEMEN

Amann y Schanbacher (4) definen la producción diaria de semen por el número de espermatozoides producidos por día por ambos testículos y la eficiencia de producción de semen como el número de espermatozoides producidos por día por gramo de tejido testicular. En el Cuadro 2, se presentan los valores de la espermatogénesis en varias especies domésticas. En todas las especies la eficiencia de producción de semen está influenciada por el edad, factores ambientales, status hormonal y drogas (4).

Como consecuencia de que la producción diaria de semen se relaciona a peso testicular, esto lo hace un carácter de suma importancia al proveer una estimación del parénquima testicular (1, 3, 54, 55).

Para comprender la importancia del carácter, Coulter (29) describe un rango de peso testicular en toros Angus de un año de edad de 230 - 960 gramos. Si calculamos la producción diaria de espermatozoides en ambos casos, tomando la eficiencia del Hereford de 10 mill/gr/día (Cuadro 2) nos dan valores de 2300 millones y 9600 millones por día respectivamente.

El peso testicular puede estimarse en forma directa o midiendo el volumen a través del largo y ancho del testículo (42). En toros y carneros la medida más usual para estimar peso testicular es la circunferencia escrotal (CE) con suficiente grado de seguridad (2, 28, 35, 42, 52). Las medidas de CE se efectúan previo descenso de los testículos en el escroto, a la altura del diámetro mayor con cintas plásticas o metálicas graduadas en centímetros y milímetros o pulgadas y fracciones (28, 29). Las medidas lineales de menor seguridad se efectúan con el orquímetro (4).

Se midió la producción diaria de espermatozoides (PDE) encontrándose una variación asociada a raza siendo en orden decreciente Charolais, Angus y Hereford (67). La correlación entre peso testicular y PDE varió de 0.70 a 0.81, valores que concuerdan con los obtenidos en toros de razas lecheras (1). Las reservas extragonadales variaron con la misma tendencia entre razas (67).

Willet y Ohms (68) encuentran una relación entre CE y producción espermática de 0.91 en toros jóvenes. Hanhn *et al* (45) observan que la relación entre CE y producción semanal de semen varía con la edad, en forma decreciente: 0.81, 0.72, 0.64, 0.40, y - 0.22 para toros viejos. Se han descrito correlaciones entre CE y volumen testicular de 0.72 en Holando y 0.58 en Hereford (33).

Con referencia a concentración espermática algunos autores indican que no tiene relación con volumen testicular (39), mientras que otros encuentran altas asociaciones de CE con concentración espermática (53, 60, 63). Almquist *et al* (2) usan una frecuencia de seis eyaculados semanales en toros Charolais desde la pubertad a los 2 años de edad.

La CE medida a un año de edad tuvo una correlación de 0.44 y 0.62 con producción semanal de semen a 2 y 3 años de edad respectivamente. La CE medida al año y medio de edad tuvo valores de predicción mayores.

Coulter y Keller (30) evaluaron 535 toros Angus y Hereford a fin de establecer ecuaciones lineales que relacionan peso testicular con CE, edad y peso corporal. Se obtuvieron las siguientes:

$$y = -722,28 + 36,53 x; r = 0.95; y = 70,46 + 0,76 x'; r = 0.80$$

$$y = 74,57 + 1,02 x''; r = 0.80, \text{ donde } y = \text{peso testicular en gramos,}$$

$$x = \text{CE en cm; } x' = \text{edad en días y } x'' = \text{peso corporal en Kg.}$$

El mejor ajuste para peso testicular se logra cuando se expresa en función de CE.

En cualquier medida objetiva es necesario que aparte de su bajo costo, exista una alta repetibilidad entre observaciones. Se han comprobado repetibilidad de 0.95 a 0.98 (43, 45) y de 0.97 a 0.99 (7).

De acuerdo a los resultados presentados tanto en razas lecheras como carniceras, la CE es el más adecuado estimador de peso testicular y producción seminal.

4. CONSISTENCIA O TONO TESTICULAR (CT)

Se han descripto métodos a fin de medir la consistencia testicular (CT) por medio del tonómetro, expresándose los resultados por medio de la deflación del testículo en mm (44). Los autores australianos (10) expresan la consistencia testicular por medio de un puntaje subjetivo: 1 = muy firmes; 2 = firmes; 3 = algo blando y 4 = blando.

Una consistencia testicular blanda está asociada a calidad seminal pobre, subfertilidad o esterilidad (10, 13, 19). Blockey (10) observó que el 97% de 1200 toros examinados tenían puntajes de consistencia testicular 1 y 2 y la gran mayoría tenían siempre semen de buena calidad, mientras que las CT 3 y 4 presentaban calidad seminal pobre. Estos resultados son coincidentes con los de Freer y Galloway (10).

A título de ejemplo se presentan en el Cuadro 3 el efecto de la calidad seminal, expresada como porcentaje de espermatozoides normales sobre la tasa de concepción y en el Cuadro 4 el efecto de porcentaje de espermatozoides normales y porcentaje de anomalías secundarias sobre la misma variable.

En condiciones experimentales bien controladas (44) la asociación entre CT y volumen de eyaculado y número de espermatozoides es baja, no así con tasa de concepción. La determinación de calidad seminal en condiciones de campo es sumamente difícil (10, 28) y las asociaciones son pobres (28) debido al menor control y baja repetibilidad entre eyaculados.

En varias razas se ha observado que CT disminuye con la edad (21, 64). Coulter *et al* (21) con más de 6000 observaciones en Angus y Holando de 6 a 180 m. obtienen una ecuación de CT en mm en función de edad en meses $CT = 20,83 - 9,06 \log x + 2,47 (\log x)^2$. Otros han observado que la CT varía con la época del año (22), no coincidiendo las funciones logradas a principio de primavera y fines de verano.

La CT se asocia en forma negativa con CE en algunos resultados (64) y con peso corporal (25). Las asociaciones negativas indicadas si bien no muy importantes ($r = -0,33$ y $r = -0,45$ respectivamente) enfatizan el cuidado que se debe tener en las medidas a fin de llegar a comparaciones confiables entre individuos.

5. FACTORES QUE AFECTAN TAMAÑO Y CONSISTENCIA TESTICULARES

Factores genéticos y ambientales influyen tanto en CE como CT. Es necesario conocerlos a fin de ajustar en lo posible los resultados y evitar errores en las comparaciones.

5.1. Raza.

Se han publicado gran número de trabajos que comparan razas en sus medidas testiculares (2, 6, 7, 27, 29, 33, 35, 40, 51, 57, 63).

El conocimiento de su efecto es necesario para evitar comparaciones erróneas y llegar a standards para cada raza.

Un hecho que llama la atención es que el Brahman tiene menor volumen testicular (39) y CE (57) que otras razas comparadas a igual edad, indicándose (57) que no se pueden aplicar los puntajes desarrollados por la Sociedad de Teriogenología para la calificación de toros (8).

Coulter *et al* (21) comparando toros Angus y Holando desde 6 a 180 meses de edad, observan que hasta 30 meses el Angus tiene mayor CE que el Holando, invirtiéndose la relación a mayor edad.

En el cuadro 5 se observan valores promedios para nueve razas carniceras y 3063 toros medidos en Canadá a un año de edad.

La American Hereford Association (5) sugiere la medida de la CE como un dato opcional dentro de su total Performance Record Program y clasifica los toros Hereford listados a 12 - 14 meses de edad en:

muy buenos > 34 cm; buenos = 30 - 34 cm y pobres < 30 cm.

La Sociedad de Teriogenología (8) aprobó en 1976 un puntaje para la evaluación reproductiva de los toros (Cuadro 6) en el que fuera de la calidad seminal la CE, basada en resultados de cuatro razas, tiene un valor muy importante.

En Uruguay, Bonifacino y Aragunde (15) publicaron resultados de evaluación de CE en toros de la Exposición del Prado, Hereford astados y mochos (n = 224 para 2 años) con edad precisa y 504 datos de Hereford, Charolais, Limousin y Angus con edad sólo por dentición. Se observa que los resultados concuerdan con los de Coulter (29) en el sentido que los toros Polled Hereford tienen menos CE a igual edad que los Hereford astados y a pesar de no haberse efectuado ajustes por año, peso y edad, coinciden con los obtenidos en Canadá (30).-

Sería esencial que en el país se obtuvieron más datos a fin de caracterizar las razas más importantes.

5.2 Edad.

Hasta 1979 existía mayor información sobre el efecto de la edad en las medidas testiculares en razas lecheras (1, 21, 22, 23, 41, 43, 44, 45, 66, 68) que en razas ganaderas para carne (2, 21, 34, 35).

En este último quinquenio se han publicado mayor número de trabajos sobre toros de razas carniceras (7, 13, 14, 15, 29, 30, 57, 62, 64, 65).

La CE aumenta rápidamente con la edad en toros jóvenes (5, 6, 7) más lentamente hasta los tres años y disminuye a partir de los 10 años por fibrosis testicular (28).

El crecimiento testicular sigue una tendencia similar a la de peso corporal (7, 25). Cuando se relaciona CE con edad utilizando un gran rango de edades la función que mejor ajusta CE en función de edad es una logarítmica del tipo $y = \frac{a}{1 + b \log x} - b'$ ($\log x$)² donde y = CE en cm y x = edad en días o meses. En algunos trabajos donde el rango de edades es menor una función lineal tuvo ajuste suficiente.

En el Cuadro 7 se presentan varios resultados de correlaciones entre CE y edad y ecuaciones de CE en función de edad.

La CT es alta en toros jóvenes, luego declina con la edad incrementándose a edades mayores a 10 años por fibrosis (21, 29). De acuerdo a estas observaciones la función que mejor describe la variación de CT en función de la edad es una logarítmica del tipo $CT \text{ en mm} = \frac{a}{1 + b \log \text{Edad}} + b'$ ($\log \text{Edad}$)².

Coulter y Foote (23) en toros Holando expresan el peso testicular en gramos en función de la edad por una función logarítmica (r = 0.86 para edades < 60 m y 0.60 para > 60 m) o una lineal con r = 0.79.

En estas relaciones se debe destacar la gran variación en peso testicular, CE y CT entre toros de igual edad dentro de la raza.

5.3. Peso Corporal.

Coulter y Foote (25) encuentran correlaciones positivas de CE con peso vivo en Holando. Llevando los datos a edad constante a la correlación fue de 0.58. Las asociaciones con CT fueron negativas ya que en toros más pesados las mayores deposiciones de grasa provocarían lecturas tonométricas menores.

Resultados similares se han observado en razas carniceras (28); con varios caracteres de crecimiento (51, 52); con peso al año, r = 0.58 (64) y 0.60 (61) en Angus y r = 0.58 (64) para Hereford a igual edad.

Underwood et al (65) miden CE al inicio y final de una prueba de comportamiento de 140 días y la relacionan con caracteres de crecimiento. Encuentran siempre relaciones positivas con peso final, peso ajustado a 365 días de edad y peso por día de edad (rango r = 0.60 - 0.66) tanto de CE inicial, como de CE final.

Otros resultados para Holando (18) indican asociaciones entre CE y peso.

La variación de CE en función de peso en Holando fue descrita por una evaluación cuadrática de segundo orden similar a la que describe el peso vivo con edad: $CE = 22,53 + 0,032x - 0,00013x^2$, $r = 0,81$ ($x =$ peso corporal en Kg) (25). Los autores concluyen que el 64% de la variación en CE es debida a la variación en peso y que CE llega a la madurez a una edad más temprana que peso vivo.

Bonifacino y Aragunde (15) describen la variación de Ce en función del peso en 152 toros Hereford entre 400 y 900 kg por una ecuación lineal: $CE = 25,04 + 0,02$ Peso vivo, $r = 0,89$, de mejor ajuste que la descrita por Coulter y Foote (25) en Holando.

Para las razas carniceras se han desarrollado en la última década técnicas y programas a fin de promover la selección por caracteres de velocidad de crecimiento, con el objeto de lograr animales más pesados, eficientes y con menos grasa a igual edad. Afortunadamente surge que CE siempre está asociada en forma positiva en todas las razas con peso vivo u otros componentes del crecimiento.

5.4 Efecto de estación y año.

Se han descrito efectos de año y estación dentro de año sobre las medidas testiculares, aunque en algunos resultados parece existir confusión entre estaciones y/o año con la edad de los toros. Coulter y Foote (22) no encuentran efecto año sobre CE como el encontrado por Latimer et al (51). No obstante las ecuaciones logarítmicas de CE en función de edad ajustan mejor dentro de año, que para los cinco años considerados (22).

Fields et al (39) en toros de razas carniceras y Coulter y Foote (22) en Holando encuentran una disminución de CE desde primavera a verano, que se atribuye a un efecto de la temperatura sobre los túbulos seminíferos que forman el 77% del volumen testicular (39).

Se han descrito efectos de interacciones de raza x año en CE para Simmental, Hereford y Charolais (51) y con estación de inseminación en Holando y Angus (21).

Los resultados enfatizan en el hecho de la necesidad de tener en cuenta determinados factores ambientales, por sus eventuales efectos en las medidas testiculares.

5.5. Efectos nutricionales.

Se han estudiado los eventuales efectos de los niveles de energía y proteína sobre las medidas testiculares. Algunos efectos de localización (21) sobre CE podrían atribuirse a distintos niveles de alimentación a que fueron sometidos los toros.

Midiendo efectos de niveles de proteína en toros Angus jóvenes, Sitarz et al (61) no encuentran efectos sobre CE, concentración espermática y motilidad. Vandermark y Manger (66) encuentran un efecto del nivel energético sobre peso y tamaño testicular que no son confirmados por otros (21, 61).

Pruitt et al (59) estudiaron a tres niveles de energía (alto-medio-bajo) su efecto sobre medidas testiculares y pubertad en toros Hereford y Simmental, encontrando efecto de los niveles en Simmental y no en Hereford.

6. REPETIBILIDAD Y VALOR DE PREDICCIÓN DE LAS MEDIDAS TESTICULARES

Como se ha visto la cantidad y calidad de semen pueden predecirse en base a medidas testiculares. Es importante conocer con qué confiabilidad.

Un aspecto es el de predecir los caracteres testiculares en toros adultos en base a las medidas obtenidas en toros jóvenes.

En toros Holando (25) se calcularon repetibilidad de 0.48 para CE y 0.38 para CT, con una medida a los 12-13 meses comparadas con otra a los 60-71 meses; si se considera una medida intermedia a 24-35 meses las repetibilidades aumentan a 0.58 y 0.69 respectivamente.

Hahn *et al* (43) con medidas anuales en Holando encuentran repetibilidades de 0.91 para CE y en la misma raza (41) asociaciones favorables entre CT y caracteres seminales en años subsiguientes.

En Charolais (2) se obtuvieron correlaciones de 0.62 a 0.75 entre CE a 12-18 meses de edad con producción espermática semanal a 36 meses y en Angus y Hereford entre CE a 18 meses y producción semanal de semen a 72 meses, $r = 0.67$ (28).

En varias razas (65) se encuentran correlaciones positivas entre CE al principio y final de una prueba de evaluación de 140 días.

Se considera que los resultados de Coulter y Keller (30) son concluyentes ya que trabajaron con 3063 observaciones en nueve razas (Véase Cuadro 5), para establecer medias entre razas y 537 observaciones para estimar repetibilidades de CE a 1 año en función de CE medidas al comienzo y durante la prueba. Aunque todas las correlaciones fueron altamente significativas, los coeficientes aumentan a medida que el intervalo entre medidas disminuye, como es lógico.

No se encuentran diferencias entre razas y localización en la predicción. Los valores de predicción totales de CE al comienzo vs CE final fueron de 0.67 y 0.59 para dos localizaciones y de 0.88 y 0.83 para la medida final con la medida un mes antes de fin de prueba.

Los mismos autores calcularon correlaciones entre CE en toros de un año y CE y peso testicular a 2 años en Angus y Hereford de 0.76 ($n = 114$) y 0.65 ($n = 108$) indicando que un toro que tuviera testículos pequeños o grandes a un año de edad, tendrá tamaños testiculares comparables a 2 años.

Los resultados permiten concluir que tanto la CE como CT son caracteres que se pueden predecir en forma confiable en base a medidas efectuadas en toros jóvenes. En consecuencia se podría efectuar selección por estos caracteres a las edades usuales en que finalizan las evaluaciones de crecimiento (12-18 meses) en ganado para carne.

7. AJUSTES DE LAS MEDIDAS TESTICULARES DEBIDO AL EFECTO DE FACTORES AMBIENTALES

Para seleccionar por cualquier carácter uno de los aspectos más importantes es eliminar, por procedimientos de cálculo adecuado, los efectos ambientales conocidos que enmascaran reales diferencias genéticas entre individuos (5, 8, 32).

Uno de los factores sería época de nacimiento. Baker *et al* (7) no encontraron efectos sobre CE medida a igual edad. En relación a tamaño corporal (6) se han encontrado asociaciones positivas pero poco importantes con CE, probablemente a través de las asociaciones entre tamaño corporal y peso (8).

Blocey *et al* (14) midiendo CE en toros Angus y Hereford ($n = 628$; predios = 21) encuentran un gran rango entre medias de predios que va de 31.8 a 36.1 cm, lo que destacaría la importancia de efectuar las comparaciones dentro de predio.

En cuanto a la edad, el máximo crecimiento de CE se efectúa en los períodos pre y post puberal (2, 7 y Geymonat y Méndez, datos no publicados) Baker *et al* (7) estudiaron la tasa diaria de crecimiento de CE entre 6 y 18 meses en toros Angus y Hereford. El incremento de CE por día tiene un rango de 0.0790 a 0.000 cm/día de 180 a 540 días de edad en Herefords y de 0.0843 a 0.0040 cm/día para Angus.

El crecimiento rápido de CE se manifestó hasta los 13 meses con una disminución gradual hasta el fin de la evaluación. El promedio de crecimiento diario entre 180 y 390 días de edad, fue de 0.0543 y 0.0602 cm para Hereford y Angus respectivamente.

En base a estos resultados los autores recomiendan factores de ajuste de CE en base a edad a la medida, que se presentan en el Cuadro 8.

Es la única recomendación de ajustes de CE por el efecto de edad, no adoptadas aún ni por la B.I.F. (8) ni por las Sociedades Criadores (5).

8. HEREDABILIDAD DE LAS MEDIDAS TESTICULARES

La mayoría de las estimaciones de heredabilidad de caracteres reproductivos en hembras bovinas son bajas (8, 20, 30), salvo para la edad a la pubertad (32) en que los valores alcanzan a 0.48 (48).

Coulter y Foote (28) en su revisión de 1979 informan que los valores de heredabilidad para caracteres reproductivos en machos son mucho mayores. En el Cuadro 9 se resumen de la literatura revisada, los valores de heredabilidad de medidas testiculares.

Latimer *et al* (51) encontraron una tendencia de valores menores de heredabilidad al año que al destete, que no concuerdan con los valores obtenidos por Coulter *et al* (24) que obtuvieron estimaciones de 0.62 y 0.78 de toros Holando de 6-11 meses y 12 - 17 meses respectivamente. El rango de sus estimaciones es de 0.21 a 0.68 para h^2 de CE y de 0.01 - 0.48 para h^2 de CT.

Las heredabilidades de CE y CT son medias y altas, lo que permitiría su mejoramiento genético por medio de la selección masal.

9. CORRELACIONES GENÉTICAS

A efectos de lograr mayor seguridad o mejor mérito genético es necesario el estudio de las correlaciones genéticas de un carácter.

Brinks *et al* (17) estudiaron caracteres reproductivos en toros y sus correlaciones genéticas con edad a la pubertad en sus mellis hermanos en Angus, Hereford y Red Angus. Sus resultados se presentan en el Cuadro 10, donde se observa una correlación genética favorable de - 0.71 entre edad a la pubertad y CE.

También se presentan las correlaciones fenotípicas entre caracteres de reproducción en el macho. (Cuadro 11).

En 1983 se publicaron dos trabajos (43, 49) en los que se encontraron nuevamente correlaciones genéticas negativas entre CE y edad al primer parto y edad a la pubertad en las medias hermanas. Knights *et al* (50) en AA encuentran correlaciones genéticas positivas con peso al nacer, peso al destete y peso ajustado a 365 días de edad, que concuerdan con otros obtenidos en Hereford (58).

En resumen se puede concluir que las correlaciones genéticas entre caracteres sexuales o con caracteres de crecimiento tienen signo favorable.

10. RELACION DE CE CON ANDROGENOS

Partiendo de que existe una relación positiva entre CE y peso, algunos autores (25) sugieren que pudiera existir una asociación de dependencia entre tamaño testicular, producción de andrógenos y crecimiento.

Si bien Sitarz *et al* (61) no encuentran una asociación entre crecimiento y concentración de testosterona, otros (52, 53) describen correlaciones positivas y significativas entre CE y concentración sérica de testosterona.

Los niveles de testosterona se incrementan en forma lineal o cuadrática, según razas entre 200 y 400 días de edad (59) y se han presentado resultados que indican que en Brahman los niveles de testosterona son menores a igual estado fisiológico, cuando se lo compara con otras razas (39, 40).

En seis razas y cruza estudiadas por Lunstra *et al* (52) de 7 a 13 meses de edad, encontraron correlaciones entre CE y concentración de testosterona y LM de 0.51 y 0.44 respectivamente y con peso vivo de 0.25 y 0.37 respectivamente.

Encuentran además que los grupos raciales con mayor concentración de testosterona llegan a la pubertad a edad menor ($r = - 0.51$).

Tierney *et al* (63) en Hereford y Brangus encontraron que para las CE de < 32 cm, - 33 - 38 cm y > 39 cm, las correlaciones de testosterona sérica fueron en ng/ml de 10.3, 11.3 y 18.3 ($R^2 = 0.71$).

11. RELACION DE CE CON PUBERTAD

La pubertad en toros se define como el momento en el que se logra un eyaculado de 50×10^6 espermatozoides con no menos de 10% de motilidad (52).

Lunstra *et al* (52) con toros Hereford, Angus, Her-Ang, Ang-Her, Red Polly Brown Swiss desde 7 a 13 meses de edad caracterizan las relaciones de CE con pubertad. Si bien hay variación entre razas en peso y edad a la pubertad, se encuentra una mínima variación de CE a la pubertad. La media general fue de 27.9 cm, con un rango entre razas entre 27.2 para Brown Swiss y 28.6 para Angus y Angus x Hereford; en ningún caso las diferencias fueron significativas. El rango en CE a la pubertad para todos los toros fue 25.9 - 30.1. Con sus datos calculan una correlación entre CE y edad a la pubertad de -0.65 y cuando CE se expresa como el promedio de dos medidas a 7 y 10 meses de edad la correlación fue de -0.95. Concluyen que CE es el mejor predictor de pubertad, independiente de raza, peso y edad.

Pruitt *et al* (59) encuentran CE a la pubertad algo mayor: 30.6 - 34.0 cm en Simmental y 31.3 a 32.7 cm en Hereford, variando de acuerdo a los niveles de energía.

12. RELACION DE CE CON PREÑEZ

Varios investigadores han evaluado en forma directa los efectos de CE en las tasas de concepción y preñez. Algunos (36) no encuentran una asociación entre CE y tasa de concepción, pero no indican los valores utilizados de CE; otros en cambio (56) encuentran una correlación de 0.58 entre CE y porcentaje de preñez en monta natural.

Morris *et al* (57) trabajaron con toros Santa Gertrudis y no encontraron una relación significativa entre CE y fertilidad medida por tasa de concepción. No obstante observaron que todos los toros con 30 cm de CE tuvieron baja fertilidad.

En el Cuadro 12 se presentan los resultados de tasa de concepción obtenidos por Blockey (13), en relación a CE. De sus resultados concluye que los mínimos de CE que debe tener un toro para aparear 40, 60 ó 75 vaquillonas son 30, 32 y 33.5 cm, respectivamente, siempre que fuera factible sugiere que los productores deberían adquirir toros a 2 años de edad con CE mayor a 34 cm.

En Centrales de Pruebas de Canadá se exigen CE no menores a 32 cm a 1 año de edad y no menores de 34 cm a 2 años. Coulter (29) recomienda CE mínimas de 20 cm a 6 - 7 meses, 32 cm a 12 meses, 33.5 cm a 18 meses y 35 cm a 24 meses, para cualquier raza.

SUMMARY

SCROTAL CIRCUMFERENCE AND ITS RELATION WITH PRODUCTIVE AND REPRODUCTIVE CHARACTERS : REVIEW OF LITERATURE. The reproductive characters are of the greatest economical importance in cattle industry. In pastoral industries a great number of bulls suffer from a depressed reproductive capacity. Its determination based on semen quality is of low repetibility and very expensive. The testicular measures are easy and economically feasible, have a high repetibility and predict well the production and quality of semen. - The S.C. is of high and middle repetibility and is the best predictor of puberty in males. The testicular consistency also has a high repetibility, is inheritable and is related with semen quality. Many genetical and environmental factors affect testicular measures: breed, age, body weight, season, nutrition, etc. It must to take them in account in order to make the necessary adjustments. The high heredability of testicular measures and its favourable association with growth characters allow a massive selection through them.

BIBLIOGRAFIA

1. ALMQUIST, J.O. and R.P. AMANN. Reproductive capacity of dairy bulls II. Gonadal and extragonadal sperm reserves as determined by direct counts and depletion trials, dimensions and weight of genitalia. *J. of Dairy Sci.* 44 (9): 1668-1678. 1961.
2. -----; R.J. BRANAS and K.A. BAKER. Postpuberal changes in semen production of Charolais bull ejaculated at high frequency and the relation between testicular measurements and sperm output. *J. of Animal Sci.* 42 (3): 670-676. 1976.
3. AMANN, R.P. and J.O. ALMQUIST. Reproductive capacity of dairy bulls. VIII. Direct and indirect measurement of testicular sperm production. *J. of Dairy Sci.* 45:774. 1962.
4. ----- and B.D. SCHANBACHER. Physiology of male reproduction. *J. of Animal Sci.* 57 (Suppl 2): 380-403. 1983.
5. AMERICAN HEREFORD ASSOCIATION. Total performance records. 1982.
6. BAKER, J.H.; J.R. KROPP, E.J. TURMAN and D.S. BUCHANAN. Growth rates and relationships among frame size, performance traits and scrotal circumference in young beef bulls. *J. of Animal Sci.* 55 (Suppl. 1): 474. Abstr. 1982.
7. -----; -----; ----- and R.L. HINTZ. Growth rates of hip height, scrotal circumference and weight for purebred Hereford and Angus bulls. Oklahoma State University, Anim. Sci. Res. REPORT: 19-23 1982.
8. BEEF IMPROVEMENT FEDERATION. Guidelines for uniform beef improvement Programs. USDA, BULLETIN N°1020, 1981.
9. BLOCKEY, M.A. de B. Serving capacity: a measure of the serving efficiency of -- bulls during pasture mating. *Theriogenology* 6: 393-401. 1976.
10. ----- The bull book. Technical manual. Depart of Agriculture. Hamilton Victoria. 1977.
11. ----- The influence of serving capacity of bulls on herd fertility. *J. of -- Animal Science.* 46 (3): 589-595. 1978.
12. -----; W.M. STRAW and L.P. JONES. Heritability of serving capacity and scrotal circumference of bulls Amer. Soc. of Anim. Sci. Annual meeting Proc. 92. 1978.
13. ----- et al. Getting the most out of rams, bulls and boars. *Proc. of Australian Soc. of Anim. Production:* 46-59. 1982.
14. -----; W.M. STRAW and L.P. JONES. Heritability of scrotal circumference and serving capacity of bulls. *Anim. Breed. Abstracts:* 251. 1983.
15. BONIFACINO, L.A. y M. ARAGUNDE. Control reproductivo en ovinos. III Jornadas Veterinarias de Ovinos. Tacuarembó. 1981.
16. -----; L. SAPELLI: P. MACEIRA e I. SIENRA. Algunos aspectos del control reproductivo en ovinos. II. Jornadas Veterinarias de Ovinos. Tacuarembó. - 1980.
17. BRINKS, J.S.; M.J. McIVERNEY and P.J. CHENOWETH. Relationship of age at puberty in heifers to reproductive traits in young bulls. *Amer. Soc. of Anim Sci. Proceedings of Western Section:* 28-30. 1978.
18. CARTER, A.P.; P.D. WOOD and P.A. WRIGHT. Association between scrotal circumference, live weight and sperm output in cattle. *J. of Reproduction and Fert.* 59 (2): 447-51. 1980.

19. CHENOWETH, P.J. Advances in male reproduction. Proceed. of Austr. Soc. of Anim Sci.: 165-180. 1982.
20. ----- Libido and mating behaviour in bulls, boars and rams. Theriogenology 16 (2): 155-177. 1981.
21. COULTER, G.H.; L.L. LARSON and R.H. FOOTE. Effect of age on testicular growth and consistency of Holstein and Angus bulls. J. of Animal Sci. 41 (5): 1383-1389. 1975.
22. -----; and R.H. FOOTE. Effect of Season and year of measurement on testicular growth and consistency of Holstein bulls. J. of Animal Sci. 42 (2): 434-438. 1976.
23. -----; and ----- Relationship of testicular weight to age and scrotal circumference of Holstein bulls. J. of Dairy Sci. 59 (4): 730-732. 1976.
24. COULTER, G.H.; T.R. ROUNSAVILLE and R.H. FOOTE. Heritability of testicular size and consistency in Holstein bulls. J. of Animal Sci. 43 (1): 9-12. 1976.
25. -----; and R.H. FOOTE. Relationship of body growing holstein bulls. J. of Animal Sci. 44 (6): 1076-1079. 1977.
26. ----- Effect of plane of nutrition and breed on total testicular lipid in young beef bulls. Amer. Soc. of Anim. Sci. Proceed. Annual Meet.: 353 Abst. 1978.
27. ----- and D.G. KELLER. Breed differences and testicular size in yearling beef bulls. Research Highlights. Lethbridge. Canadá: 55-56. 1979.
28. ----- and R.H. FOOTE. Bovine testicular measurements as indicators of reproductive performance and their relationship to productive traits in cattle: A review. Theriogenology 11 (4): 297-311. 1979.
29. ----- The business of testicle size. American Hereford Journal: 280. July 1982.
30. ----- and D.G. KELLER. Scrotal circumference of young beef bulls: relationship to paired testes weight, effect of breed and predictability. Canadian J. of Animal Sci. 62: 133-139. 1982.
31. COULTER, G.H. and G.C. KORUB. Relationship between testicular size and body growth rate in yearling beef bulls. J. of Animal Sci. 55 (supl. 1): 345-346. Abst. 1982.
32. CUNDIFF, L.V. and K.C. GREGORY. Beef cattle breeding. USDA. Bull N°286. 1977.
33. DIAZ, O.H. y C. ARANCIBIA. Calificación de la fertilidad potencial de toros en Chile. Noticias Médico Veterinarias: 166-184. 1971.
34. ELMORE, R.G.; G.J. BIRSCHWAL and C.E. MARIN. A summary of 1127 breeding soundness examinations in beef bulls. Theriogenology 3: 209-218. 1975.
35. -----; ----- and R.S. YOUNGQUIST. Scrotal circumference measurements in 764 beef bulls. Theriogenology 6: 485-494. 1976.
36. FARID, A.; M. MAKARECHIAN and R.T. BERG. Evaluation of natural service fertility of bulls in multiple sire mating. J. of Animal Sci. 57 (Suppl. 1): 392. Abst. 1983.
37. FARIN, P.N.; J.E. PEXTON; P.J. CHENOWETH and E.R. MATEOS. Libido, serving capacity and mating performance of bulls breeding synchronized Reifers. Amer. Soc. of Anim. Sci. Proceed. Annual Meet: 358. Abst. 1978.
38. FERRARIS, A.; M. ARAGUNDE; A. CARBO y A. FLEITAS. Determinación de la capacidad potencial reproductiva en toros de campo. IV. Encuentro Veterinario Uruguay-Brasil. Pelotas. R.S. 1974.

39. FIELDS, M.J.; W.C. BURNS and A.C. WARNICK. Age, season and breed effects testicular volumen and semen traits in young beef bulls. *J. of Animal Sci.* 48 (6): 1299-1304. 1979.
40. -----; J.F. HENTGES and K.W. CORNELISSE. Aspects of sexual development of Brahman versus Angus bulls in Florida. *Theriogenology* 18(1) 17-31. 1982.
41. FOOTE, R.H.; G.E. SEIDEL; L. HAHN; W.E. BERNDTSON and G.H. COULTER. Seminal - quality spermatozoal out-put and testicular changes in growing holstein bulls. *J. of Dairy Sci.* 60: 85-91. 1977.
42. -----; Reserch techniques to study reproductive phisiology in the male. In: *Techniques and procedures in Animal Science Research.* Amer. Soc. of Anim. Sci. 81. 1969.
43. HAHN, J. Inheritance of fertility in dairy cattle inseminated artificially. - *J. Dairy Sci.* 52 (1): 240-248. 1969.
44. -----; R.H. FOOTE and E.T. CRANCH. Tonometer for measuring testicular consistency of bulls to predict semen quality. *J. of Animal Sci.* 29 (3) 483-489. 1969.
45. -----; ----- and G.E. SEIDEL. Testicular growth and related sperm out-put in dairy bulls *J. of Animal Sci.* 29(1): 41-47. - 1969.
46. HANSEN, M. Genetic investigations on male and female fertility in cattle. - *Animal Production Sci.* 6: 325-334. 1979.
47. HICKMAN, C.G. Relationships between spermatozoa production and testicular and body measurements. *Americ. Soc. of Anim. Sci. Annual Meet.* - 141. Abst. 1976.
48. KING, R.G.; D.D. KRESS; D.C. ANDERSON; D.E. DOORBOS and P.J. BURFENING. Genetic parameters for puberty in heifers and scrotal circumference in bulls. *J. of Animal Sci.* 57 (Suppl.1): 156. Abst. 1983.
49. KNIGHTS, S.A.; R.L. FERNANDO; D. GIANOLA and J.B. GIBB. Genetic correlations between birth, weaning and yearling weight bulls and age at -- first calving in Angus cattle. *J. of Animal Sci.* 57 (Suppl. 1): 80. Abst. 1983.
50. -----; J.B. GIBB and R.L. BAKER. Relationship among growth and fertility traits in yearling Angus bulls. *J. of Animal Sci.* 55 (Suppl. 1): 152. Abst. 1982.
51. LATIMER, F.G.; L.L. WILSON and M.F. CAIN. Scrotal measurements in beef bulls: heritability estimates; breed and test station effects. *J. of - Animal Sci.* 54 (3): 473-479. 1982.
52. LUNSTRA, D.D.; J.J. FORD and S.E. ECHTERKAMP. Puberty of bee bulls: Hormonal - concentration, growth, testicular development, sperm production and sexual aggressiveness in bulls of different breeds. *J. of -- Animal Sci.* 46 (4): 1054-1062. 1978.
53. LUNSTRA, D.D. and S.E. ECHTERNKAMP. Puberty in beef bulls: Acrosome morphology and semen quality in bull of different breeds. *J. of Animal Sci.* 55(3): 638-648. 1982.
54. MACMILLAN, K.L. and H.D. HAFS. Gonadal and extragonadal sperm numbers during reproductive development of Holstein bulls. *J. of Animal Sci.* - 27 (2): 697-702. 1968.
55. -----; Why do bulls differ in fertility? *Proceed of N. Zealand Soc. of Animal Prod.* 33: 49-61. 1975.
56. MATEOS, E.R.; P.J. CHENOWETH; J.E. PEXTON and P.W. PARIN. Relationship of breeding sounding synchronized heifers. *J. of Animal Sci.* 47 (Suppl. 1): 377. Abstr. 1978.

57. MORRIS, D.L.; M.F. SMITH; N.R. PARISH; J.D. WILLIAMS and J.N. WILTBANK. The effect scrotal circumference, libido and semen quality on fertility of American Brahman and Santa Gertrudis bulls Texas A M. University. Mimeo. 20 pág. 1980.
58. NEELY, J.D.; B.H. JOHNSON; E.U. DILLARD and O.W. ROBISON. Genetic parameters for testes size and sperm number in hereford bulls. J. of Animal Sci. 55 (5): 1033-1040. 1982.
59. PRUITT, R.J.; L.R. CORAH; J.S. STEVENSON; G.R. KIRACOFE; M. MCKEE and M.F. SPIRE. Effect of level of energy intake on serum testosterone, scrotal circumference and puberty in beef bulls J. of Animal Science 57 (Suppl.1): 367. Abstr. 1983.
60. RUTTLE, J.L.; D.C. BARTLETT and D.M. HALLFORD. Factors affecting semen characteristics of New Mexico range bulls. J. of Animal Sci. 55 (Suppl.1): 502. Abstr. 1982.
61. SITARZ, N.E.; R.E. ERB; T.G. MARTIN and W.L. SINGLETON. Relationship between blood plasma testosterone, weaning treatment, daily gains and certain physical trait of young Angus bulls. J. of Animal Sci. 45(2): 342-349. 1977.
62. SMITH, M.F.; D.L. MORRIS; M.S. AMOSS; N.R. PARISH; J.D. WILLIAMS and J.N. WILTBANK. Relationship among fertility, scrotal circumference, seminal quality and libido in Santa Gertrudis bulls. Theriogenology 16(4): 379-397. 1981.
63. TIERNEY, L.A.; D.M. RALLFORD; J.L. RUTTLE; D.C. BARTLETT and E.A. LEIGHTON. - Semen testosterone, scrotal circumference and semen characteristics in Hereford and Brangus bulls under range conditions. J. of Animal Sci. 55(Suppl.1): 497. Abstr. 1982.
64. UNDERWOOD, C.R.; T.N. MEACHAN; A.L. ELLER and T.L. BIBB. Scrotal circumference and testicular tone of yearling beef bulls. Virginia Polit. Inst. Prog. Report: 17-19. 1980.
65. -----; -----; ----- and ----- . Scrotal circumference of yearling beef bulls. Virginia Polit. Inst. - Prog. Report: 1-4. 1980.
66. VANDEMARK, N.L. and R.E. MAUGER. Effect of energy intake on reproductive performance of dairy bulls. I. Growth, reproductive organs and puberty. J. of Dairy Sci. 47 (3): 798-802. 1964.
67. WEISGOLD, A.D. and J.O. ALMQUIST. Reproductive capacity of beef bulls. VI. - Daily spermatozoal production, spermatozoal reserves and dimensions and weight of reproductive organs. J. of Animal Sci. 48 (2): 351-358. 1979.
68. WILLET, E.L. and J.I. OHMS. Measurement of testicular size and its relation to production of spermatozoa by bulls. J. of Dairy Sci. 40: - 1559-1569. 1957.

Cuadro 1: INCIDENCIA DE ANORMALIDADES QUE PUEDEN AFECTAR CAPACIDAD REPRODUCTIVA EN TOROS.

ANORMALIDADES	INCIDENCIA			
	JUVENES 15 - 24 m		ADULTOS 3 - 4 a	
	n = 643	%	n = 447	%
Baja capacidad de servicio		12.8		9.4
Testículos pequeños y/o blandos		5.4		2.9
Lesiones penianas		0.4		7.2
Artritis		----		9.2
Problemas de patas		----		1.8
TOTAL		18.4		30.5

Adaptado de Blockey (10)

Cuadro 2: ESPERMATOGÉNESIS EN ANIMALES DOMESTICOS ADULTOS.

	Peso testic. gr	Duración	Duración	Produc. diaria espermatoz.	
		ciclo (días) (a)	espermat. (días) (b)	x gr parénquima (10^6 x gr)	Por macho (10^9)
TORO					
Hereford	650	13.5	61	10	5.9
Charolais	775	13.5	61	13	8.9
Hoiando	725	13.5	61	12	7.5
PADRILLO	340	12.2	55	16	5.3
CARNERO					
Ile de France	500	10.4	47	21	9.5
Suffolk	475	10.4	47	25	12.5
VERRACO					
Yorkshire	939	8.6	39	20	16.8

(a) duración de un ciclo del epitelio seminífero

(b) duración de la espermatogénesis asumiendo que requiere 4.5 ciclos del epitelio seminífero.

FUENTE: Amam y Schanbacker (4)

Cuadro 3: RELACIONES ENTRE CALIDAD DE SEMEN Y TASA DE CONCEPCION EN ENTORE NATURAL.

% de espermatoz.	Número de Toros	Vacas concebidas Vacas apareadas	% de concepción
76 - 95	27	192 <u>339</u>	57
60 - 75	6	53 <u>90</u>	59
40 - 60	9	55 <u>139</u>	40
< 40	9	37 <u>126</u>	29

FUENTE: Blackey (10)

Cuadro 4: RELACIONES ENTRE TASA DE CONCEPCION Y PORCENTAJES DE ESPERMATOZOIDES NORMALES Y ANORMALIDADES SECUNDARIAS

Tasa de Concepción	% células normales	n	% anomalidades secundarias
> 50	77.4 ± 6	5	14.6 ± 4.4
41 - 50	37.8 ± 24.1	6	48.6 ± 19.3
31 - 40	30.3 ± 17.1	8	55.8 ± 23.3
21 - 30	37.0 ± 20.7	7	50.7 ± 20.1
11 - 20	39.2 ± 19.3	5	43.6 ± 16.4
0 - 10	52.6 ± 21.4	9	30.9 ± 16.9

FUENTE: Morris et al (57).

Cuadro 5: EFECTOS DE RAZA EN CE EN TOROS DE RAZAS CARNICERAS
A UN AÑO DE EDAD (a)

R A Z A	Número de Toros	CE, cm Promedios \pm DS
Simmental	401	37.7 \pm 0.2
Aberdeen Angus	260	35.6 \pm 0.1
Maine Anjou	311	35.4 \pm 0.2
Charolais	607	34.7 \pm 0.1
Hereford astados	614	34.6 \pm 0.1
Shorthorn	147	34.2 \pm 0.2
Polled Hereford	332	34.0 \pm 0.2
Blonde d'Aquitaine	115	32.4 \pm 0.5
Limousin	276	32.1 \pm 0.3
TOTAL	3063	34.8 -----

(a) Corregidos por localidad - año y peso corporal.

Para Hereford y Polled Hereford se hizo además ajuste por edad.
Todos los valores obtenidos al fin de una prueba de comportamiento de 140 días.

FUENTE: Coulter y Keller (30).

Cuadro 6: EVALUACION DE REPRODUCCION EN TOROS RECOMENDADA POR LA SOCIEDAD DE TERIOGENOLOGIA. 1976.

CLASIFICACION	Puntaje Motilidad	Morfología			Circunferencia Escrotal (a)						Sistema Puntaje (b)		
		Anorm. 1 as.	Anorm. Total	Puntaje	12-14		15-20		21-30		Puntaje Motilid.	Morfol.	Puntaje CE
					m	m	m	m	m	m			
Nº	Porcentaje	Nº	cm	Nº	cm	Nº	cm	Nº	cm	Nº	Puntaje Nº		
Muy Bueno	20	10	25	40	35	37	39	40	40	20	40	40	
Bueno	12	10-19	26-39	24	30-35	31-37	32-39	33-40	24	12	24	24	
Regular	10	20-29	40-59	10	--	--	--	--	--	10	10	--	
Pobre	3	29	60	3	30	31	32	33	10	3	3	10	

(a) Los datos de CE están basados en resultados con Angus, Charolais, Hereford y Simmental.

(b) Basado en el sistema de puntaje total Satisfactorio = 60 - 100 puntos.

Cuestionable = 30 - 59 puntos e

Insatisfactorio = 0 - 29 puntos.

FUENTE: Beef Improvement Federation (8).



Cuadro 7: ECUACIONES Y CORRELACIONES DE CE EN FUNCION DE EDAD

R A Z A	EDAD		Correlación	CE f (Edad)	Referencias
	m = meses	a = años			
Brahmn	9 - 36 m		0.56	----	(57)
Heref.-Angus	6 - 12 m		0.64-0.5	----	(64,65)
Holando	Gran rango		0.57	30.27+0.25 Ed.	(33)
Hereford	Gran rango		0.62	----	(33)
Angus	0 - 12 a		0.76	-128,8+103,4 log Edad - 15,68(log Ed.) ²	(29)
Angus-Holando	6 - 180 m		0.80	- 4,67+47,26 log Ed.- 11,74 (log Ed.) ²	(21)
Holando	10 - 160 m		0.67	- 7,65+50,10 (log Ed.- 12,44 (log Ed.) ²	(45)
Hereford	7 - 13 m		0.34	8,35+1,68 Ed	(52)
Angus	7 - 13 m		0.30	13,82+1,48 Ed	(52)
Heref.xAngus	7 - 13 m		0.32	10,82+1,66 Ed	(52)
Angus xHeref.	7 - 13 m		0.39	13,53+1,50 Ed	(52)
Red Poll	7 - 13 m		0.32	11,96+1,36 Ed	(52)
Brown Swiss	7 - 13 m		0.78	17,02+1,28 Ed	(52)

Cuadro 8: FACTORES DE AJUSTE ADITIVOS PARA CE EN TOROS
HEREFORD Y ANGUS

EDAD en MESES	CRECIMIENTO de CE en cm/día
6 - 7	0.080
7 - 8	0.070
8 - 9	0.060
9 - 10	0.055
10 - 11	0.050
11 - 12	0.040
12 - 13	0.030
13 - 14	0.025
14 - 15	0.015
15 - 16	0.010
16 - 17	0.000

FUENTE: Baker et al (7)

Cuadro 9: VALORES DE HEREDABILIDAD (h^2) DE MEDIDAS TESTICULARES
Y CAPACIDAD DE SERVICIO.

CARACTER	h^2	R A Z A	Referencias
CE	0.26	Hereford	(48)
CE	0.38	Angus	(50)
CE	0.60	Angus (destete)	(51)
CE	0.38	Angus (1 año)	(51)
CE	0.44	Hereford	(58)
CE	0.67	Holando	(24)
CE	0.21	Angus y Hereford	(12)
CE	0.69	Angus y Hereford	(30)
Promedio aritmético	0.45	-----	----
CT test.derecho	0.28	Angus (destete)	(51)
CT test.izquierdo	0.25	Angus (destete)	(51)
CT test.derecho	0.72	Angus (1 año)	(51)
CT test.izquierdo	0.52	Angus (1 año)	(51)
CT	0.44	Angus	(51)
CT	0.34	Holando	(24)
Promedio	0.43	-----	----
Peso testículo	0.63	Hereford	(58)
Diámetro escrot.	0.40	Hereford	(58)
Capacidad servicio	0.67	Angus y Hereford	(12)

Cuadro 10: CORRELACIONES GENÉTICAS ENTRE CARACTERES REPRODUCTIVOS EN TOROS CON PUBERTAD EN VAQUILLONAS MEDIAS HERMANAS.

CE	% ESPERMAT. NORMAL	%	%	MOTILIDAD	
		ANORM. 1 as.	ANORM. 2 as.		
EDAD a la PUBERTAD	- 0.71	- 0.37	0.36	0.09	0.33

FUENTE: Brinks *et al* (17)

Cuadro 11: CORRELACIONES ENTRE CARACTERES REPRODUCTIVOS EN TOROS

CE	% Espermat.	% Anorm.	% Anorm.
	Normal	1 as.	2 as.
% Espermat. norm.	0.58		
% Anorm. 1 as.	- 0.51	- 0.83	
% Anorm. 2 as.	- 0.42	- 0.81	0.51
Motilidad %	0.25	0.52	- 0.29

FUENTE: Brinks *et al* (7)

Cuadro 12: EFECTO DE CE SOBRE LA TASA DE CONCEPCIÓN.

EXPERIMENTO	CE en cm		
	< 30 %	30 - 35 %	> 35 %
1	24	65.8	--
2	22	65.5	68
3	10	52.0	56

En los tres experimentos: monta natural durante 20 días
 con 40 vaquillonas cada toro (Exp. 1)
 con 60 vaquillonas cada toro (Exp. 2)
 con 75 vaquillonas cada toro (Exp. 3)

FUENTE: Adaptado de Blockey (13).